

176. Prior Art mentioned in specification page 3  
U180USC PCT

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 37 11 245 A1

51 Int. Cl. 4:  
G21K 1/04  
A 61 N 5/10

21 Aktenzeichen: P 37 11 245.7  
22 Anmeldetag: 3. 4. 87  
43 Offenlegungstag: 13. 10. 88

DE 37 11 245 A1

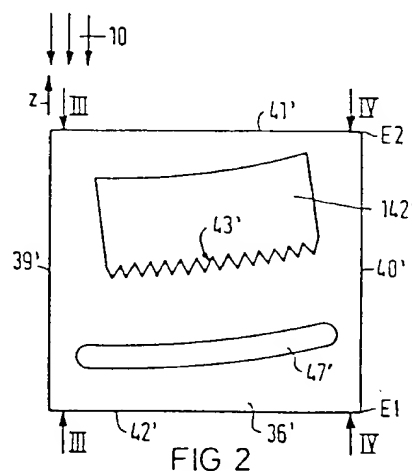
71 Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

61 Zusatz zu: P 36 16 141.1

72 Erfinder:  
Pastyr, Otto, 6906 Leimen, DE; Maier-Borst,  
Wolfgang, Dr., 6901 Dossenheim, DE

54 Konturenkollimator für die Strahlentherapie

Der Kollimator (4) umfaßt eine vorgegebene Anzahl von gegeneinander verschieblich angeordneten Blendplatten (36, 38, 36', 38'). An jeder Blendplatte (36') ist eine Verzahnung (43') vorgesehen. Die Blendplatten sind zwischen zwei Außenplatten (26, 28) angeordnet und mit ihrer einen Kante (39') an eine Mittellinie (22) heranschiebbar, durch die eine Symmetrielinie (20) der Strahlung (10) verläuft. Um auch bei relativ starren Blendplatten zu gewährleisten, daß einerseits beim Herausfahren kein Klemmen auftritt und daß andererseits beim Hereinfahren in die Schließstellung keine unerwünschte Strahlung zwischen den Blendplatten hindurchtritt, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Innenflächen der Außenplatten (26, 28) unter einem vorgegebenen (kleinen) Winkel ( $\Phi$ ) zur Normalen der Mittellinie (22) ausgerichtet sind, und daß jede Blendplatte (36) an der der Mittellinie (22) zugewandten Kante (39') eine Dicke (d1U, d2U) aufweist, die geringer ist als die Dicke (d1V, d2V) an der von der Mittellinie (22) abgewandten Kante (40').



DE 37 11 245 A1

1. Konturenkollimator für die Strahlentherapie mit einer vorgegebenen Anzahl von gegeneinander verschieblich angeordneten Blendplatten (36, 38, 36', 38'), der sich auszeichnet durch

- a) eine Verzahnung (43) an jeder Blendplatte,
- b) ein der vorgegebenen Anzahl von Blendplatten gemeinsames Verstellorgan zum Verschieben jeweils einer ersten der Blendplatten gegenüber den restlichen Blendplatten, welches Verstellorgan mit der Verzahnung der ersten Blendplatte im Eingriff steht,
- c) eine mit den Verzahnungen der restlichen Blendplatten im Eingriff stehende Verriegelungseinrichtung und
- d) eine Einrichtung zum Verschieben des Verstellorgans von der Verzahnung der ersten Blendplatte zur Verzahnung einer benachbarten zweiten Blendplatte, bei welchem Verschieben die erste Blendplatte verriegelt und die zweite Blendplatte entriegelt wird,

wobei die Blendplatten (36, 38, 36', 38') zwischen zwei Außenplatten (26, 28) angeordnet und mit einer Kante (39') an eine Mittellinie (22) heranschiebbar sind, durch die eine Symmetrielinie (20) der Strahlung (10) verläuft, nach Patentanmeldung P 36 16 141.1 (= VPA 86 P 8519 DE), dadurch gekennzeichnet, daß die Innenflächen der Außenplatten (26, 28) unter vorgegebenem Winkel ( $\Phi$ ) zur Normalen ( $x$ ) der Mittellinie (22) ausgerichtet sind, und daß die Blendplatten (36, 38, 36', 38') an der der Mittellinie (22) der Strahlung (10) zugewandten Kante (39') eine geringere Dicke ( $d1U$ ,  $d2U$ ) aufweisen als an der von der Mittellinie (22) der Strahlung (10) abgewandten Kante (40').

2. Konturenkollimator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Blendplatten (36, 38, 36', 38') an der der Strahlung (10) zugewandten Kante (41') eine kleinere Dicke ( $d1V$ ,  $d2V$ ) aufweisen als an der von der Strahlung (10) abgewandten Kante (42').

3. Konturenkollimator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Blendplatten (36, 38, 36', 38') in zwei aufeinander senkrechten Richtungen keilförmig geschliffen sind.

4. Konturenkollimator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenplatten (26, 28) — von der Mittellinie (22) aus — sich nach außen ( $x$ -Richtung) verjüngen.

5. Konturenkollimator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich bei einer Fokusentfernung der Strahlenquelle von den oberen Kanten (41') der Blendplatten (36, 38, 36', 38') von etwa 46 cm die Außenplatten (26, 28) auf jeweils 10 cm etwa 0,4 mm verjüngen.

6. Konturenkollimator nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenplatten (26, 28) sich beidseitig von der Mittellinie (22) aus nach außen verjüngen.

7. Konturenkollimator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Blendplatten (26, 28) aus einer Wolfram-Nickel-Legierung bestehen.

Die Erfindung betrifft einen Konturenkollimator für die Strahlentherapie mit einer vorgegebenen Anzahl von gegeneinander verschieblich angeordneten Blendplatten, der sich auszeichnet durch

- a) eine Verzahnung an jeder Blendplatte,
- b) ein der vorgegebenen Anzahl von Blendplatten gemeinsames Verstellorgan zum Verschieben jeweils einer ersten der Blendplatten gegenüber den restlichen Blendplatten, welches Verstellorgan mit der Verzahnung der ersten Blendplatte im Eingriff steht,
- c) eine mit den Verzahnungen der restlichen Blendplatten im Eingriff stehende Verriegelungseinrichtung und
- d) eine Einrichtung zum Verschieben des Verstellorgans von der Verzahnung der ersten Blendplatte zur Verzahnung einer benachbarten zweiten Blendplatte, bei welchem Verschieben die erste Blendplatte verriegelt und die zweite Blendplatte entriegelt wird,

wobei die Blendplatten zwischen zwei Außenplatten angeordnet und mit einer Kante an einer Mittellinie heranschiebbar sind, durch die eine Symmetrielinie der Strahlung verläuft, nach Patentanmeldung P 36 16 141.1 (= VPA 86 P 8519 DE).

Es hat sich beim Konturenkollimator nach dem Hauptpatent 36 16 141 (Patentanmeldung P 36 16 141.1) erwiesen, daß man einerseits für die Blendplatten ein strahlungsresistentes und strahlungsundurchlässiges Material verwenden muß, und daß man andererseits ein Material wählen sollte, das aus Kostengründen mit den üblichen Arbeitsmethoden zu bearbeiten ist. Beispielsweise soll es möglich sein, in den Blendplatten ohne allzu großen Aufwand Führungskanten und Verzahnungen anzubringen oder die Blendplatten keilförmig zu schleifen. Ein Material, das den genannten Anforderungen gerecht wird, ist beispielsweise eine Wolfram-Nickel-Legierung. Eine solche Legierung ist ein relativ hartes, nicht-elastisches Material. Werden Blendplatten aus einem solchen Material, also weitgehend starre Platten, von der Mittellinie nach außen verschoben (bei feststehenden Außenplatten, vgl. Fig. 5 des Hauptpatents), d. h. aus dem Zentrum der Strahlung heraus, dann können aus geometrischen Gründen die Blendplatten klemmen, was ein Zurückfahren schwierig macht. Von Bedeutung ist dieses Problem dann, wenn eine Anzahl an Blendplatten (z. B. 27), die sich in Richtung auf den Ursprungsort der Strahlung verjüngen, verwendet wird.

Aufgabe der Zusatzfindung ist es, den Konturenkollimator der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß auch bei Einsatz von Blendplatten aus einem relativ harten Material beim Verschieben kein Klemmen auftritt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Innenflächen der Außenplatten unter vorgegebenem Winkel zur Normalen der Mittellinie ausgerichtet sind, und daß die Blendplatten an der der Mittellinie der Strahlung zugewandten Kante eine geringere Dicke aufweisen als an der von der Mittellinie der Strahlung abgewandten Kante.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand von fünf Figuren näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 einen Blick von oben auf einen Konturenkollimator

mator gemäß der Erfindung (entsprechend Fig. 5 des Hauptpatens);

Fig. 2 einen Blick auf eine Blendplatte, die in der rechten vorderen Blendplatten-Paketgruppe nach Fig. 1 eingesetzt wird;

Fig. 3 einen Schnitt durch den linken Teil der Blendplatte nach Fig. 2 entlang der Linie III-III;

Fig. 4 einen Schnitt durch den rechten Teil der Blendplatte nach Fig. 2 entlang der Linie IV-IV; und

Fig. 5 einen Blick von oben auf die Blendplatte nach Fig. 2.

Im folgenden werden für gleiche Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet wie im Hauptpatent.

Nach Fig. 1 besteht der Konturenkollimator 4 aus zwei Teilen oder Seiten I und II, die bezüglich einer vertikalen Ebene ( $y/z$ -Ebene) symmetrisch zueinander ausgebildet sind. Durch diese vertikale Ebene verläuft eine Symmetrielinie 20, die auf einer Mittellinie 22 senkrecht steht. Bei optimaler Justierung fällt die von einem Fokus ausgehende Hauptstrahlrichtung eines Strahlenbündels hochenergetischer Strahlung (z. B. Röntgenstrahlung) mit der Symmetrielinie 20 zusammen. Die im Bereich der Symmetrielinie 20 liegende, durch Ausblendung erzielte Strahlenkontur (Profil) ist mit 24 bezeichnet.

In einem gewissen Abstand voneinander sind eine erste und eine zweite vertikal gestellte, seitliche Außenplatte 26 bzw. 28 mit den Außenflächen parallel zueinander angeordnet. Das Besondere dieser Außenplatten 26, 28 besteht darin, daß ihre Innenflächen, und zwar ausgehend von der Mittellinie 22, jeweils unter einem vorgegebenen (kleinen) Winkel  $\Phi$  zur Normalen ( $x$ -Richtung) dieser Mittellinie 22 ausgerichtet sind. Vorliegend ist dabei folgende Konstruktion gewählt: Ausgehend von der Mittellinie 22 verjüngen sich die beiden Außenplatten 26, 28 nach außen hin, d. h. in  $\pm x$ -Richtung. Diese Verjüngung ist der Übersichtlichkeit wegen in Fig. 1 übertrieben dargestellt. Die Verjüngung ist in Wirklichkeit relativ gering, für die Funktion aber bedeutsam. Die beidseitig von der Mittellinie 22 einsetzende Verjüngung beträgt beispielsweise nur 0,54 mm (gemessen in  $y$ -Richtung) bei Fortschreiten um 10 cm nach außen (in  $+x$ - oder  $-x$ -Richtung). Das ergibt  $\Phi$  gleich  $5,4 \times 10^{-3}$ .

Der bei Fortschreiten in  $x$ -Richtung sich vergrößernde Abstand der beiden Innenflächen der Außenplatten 26, 28 gewährleistet, daß ein Klemmen beim Auffahren oder Öffnen der im folgenden beschriebenen Blendplatten 36, 38, 36', 38' nicht stattfinden kann.

Zwischen den beiden seitlichen Außenplatten 26, 28 ist sowohl links als auch rechts ein Paket aus zwei Gruppen von gegeneinander verschieblichen Blendplatten 36, 38 bzw. 36', 38' angeordnet. Alle Blendplatten 36, 38, 36', 38' in der vorderen bzw. hinteren Gruppe sind auf beiden Seiten I und II in gleicher Weise aufgebaut und nebeneinanderliegend angeordnet. Das Paket 36, 38 kann ebenso wie das Paket 36', 38' beispielsweise 27 Blendplatten umfassen. Die Blendplatten 36, 38, 36', 38' bestehen aus einem gut verarbeitbaren Material, sind strahlungsresistent und in Strahlungsrichtung  $z$  gesehen strahlungsundurchlässig. Jede der Blendplatten kann beispielsweise eine Fläche von 10 cm  $\times$  10 cm aufweisen. Als Material kommt bevorzugt eine Wolfram-Nickel-Legierung zur Anwendung.

Aus Fig. 2 ist die Seitenansicht einer der Blendplatten 36' zu entnehmen. Diese ist quadratisch ausgebildet und besitzt eine gekrümmte Führungsrille 47', die zum Schwenken um den Fokus der Strahlenquelle dient. Eine

im oberen Teil der Blendplatte 36' untergebrachte Ausnehmung 142' ist am unteren Rand mit einer Verzahnung 43' versehen, die mit einem (nicht gezeigten) Stellorgan zum feinfühligem Schwenken oder Verschieben der Blendplatte 36' im Eingriff steht.

Es war bereits erwähnt worden, daß die Innenflächen der Außenplatten 26, 28 nach außen (in  $x$ -Richtung) voneinander zurückweichen. Damit kann, wie ebenfalls bereits dargelegt, ein Klemmen der Blendplatten 36, 38, 36', 38' beim Herausfahren verhindert werden. Würden nun aber planparallele Blendplatten verwendet werden, so könnte sich beim Rück- oder Zufahren in Richtung auf die Mittellinie 22 ein Wackeln der Blendplatten ergeben. Damit würden zwischen den Blendplatten Zwischenräume geschaffen, durch die Strahlung hindurchtreten könnte. Dies muß aber unter allen Umständen verhindert werden. Um dieses zu gewährleisten, sind alle Blendplatten 36, 38, 36', 38' in Richtung auf die Mittellinie 22 leicht keilförmig geschliffen. Dies wird im folgenden anhand der Fig. 2 bis 5 verdeutlicht.

Aus den Fig. 2 bis 5 ergibt sich, daß die Blendplatte 36' an der der Mittellinie 22 der Strahlung 10 zugewandten Kante 39' eine Dicke  $d1U$ ,  $d2U$  (vergl. Schnitt II-III durch den linken Teil der Blendplatte 36') und an der von der Mittellinie 22 der Strahlung 10 abgewandten Kante 40' eine Dicke  $d1V$ ,  $d2V$  (vergl. Schnitt IV-IV durch den rechten Teil der Blendplatte 36') aufweist. Es gilt, daß  $d1V$  größer ist als  $d1U$ , ebenso ist  $d2V$  größer als  $d2U$ . Dies wird noch einmal bei einem Blick auf Fig. 5, d. h. auf die der Strahlung zugewandten Kante 41' der Blendplatte 36', deutlich.

Der Keilwinkel, der sich beim Fortschreiten von der Kante 39' zur Kante 40' ergibt, liegt im Bereich von  $1/100$  mm oder etwas mehr, insbesondere bei  $1/100$  mm, bei einer Blendplatte 36' einer Breite von 10 cm. Eine ausreichende Maßgenauigkeit kann bei der Bearbeitung eines Materials wie der voranstehend erwähnten Wolfram-Nickel-Legierung gewährleistet werden.

Als zusätzliche Maßnahme ist vorgesehen, daß die Blendplatten 36, 38, 36', 38' an der der Strahlung 10 zugewandten Kante 41' eine Dicke  $d1U$ ,  $d1V$  aufweisen, die kleiner ist als die Dicke  $d2U$ ,  $d2V$  an der von der Strahlung 10 abgewandten Kante 42'. Man kann diese beiden Tatsachen auch so ausdrücken: Die Blendplatte 36' ist in zwei aufeinander senkrechten Richtungen, die vorgegeben sind durch die Kanten 41', 42' und 39', 40', keilförmig geschliffen.

Zusammenfassend läßt sich also folgendes sagen: Aus fertigungstechnischen Gründen können Blendplatten häufig nicht ideal in Richtung des Fokus verjüngt geschliffen werden. Um den geometrischen Fehler möglichst gering zu halten, werden die Blendplatten 36, 38, 36', 38' (bezogen auf den Radius der Führungsrille 47) vorliegend zum Radiusmittelpunkt hin verjüngt geschliffen.

Man kann dies auch so ausdrücken: Da die Blendplatten 36, 38, 36', 38' mit ihrer von der Mittellinie 22 abgewandten Seite (z. B. 40' in Fig. 2) während des Verfahrens in der Führungsrille 47 in  $x$ -Richtung zum Fokus einen Radius beschreiben, steigt z. B. die untere Ecke E1 (vgl. Fig. 2) der verfahrenen, nach oben sich verjüngenden Blendplatten 36' gegenüber den restlichen Blendplatten 36' und den feststehenden Außenplatten 26, 28 nach oben. Wenn nicht genügend Spiel vorhanden ist — was wegen der Gefahr des Strahlendurchsatzes unerwünscht ist —, kann es bei den in dem Hauptpatent beschriebenen Blendplatten zur Klemmung kommen. Um dies zu vermeiden, sind vorliegend die Außenplat-

ten 26, 28 um die Dickendifferenz der einzelnen, nach oben ansteigenden Blendplatten 36, 38, 36', 38', multipliziert mit der Anzahl der Blendplatten 36, 38, 36' bzw. 38', nach außen freigeschliffen (kleiner Winkel  $\Phi$ , vgl. Fig. 1).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

3711245

1/1

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

Fig.: 9: 11  
37 11 245  
G 21 K 1/04  
3. April 1987  
13. Oktober 1988

9

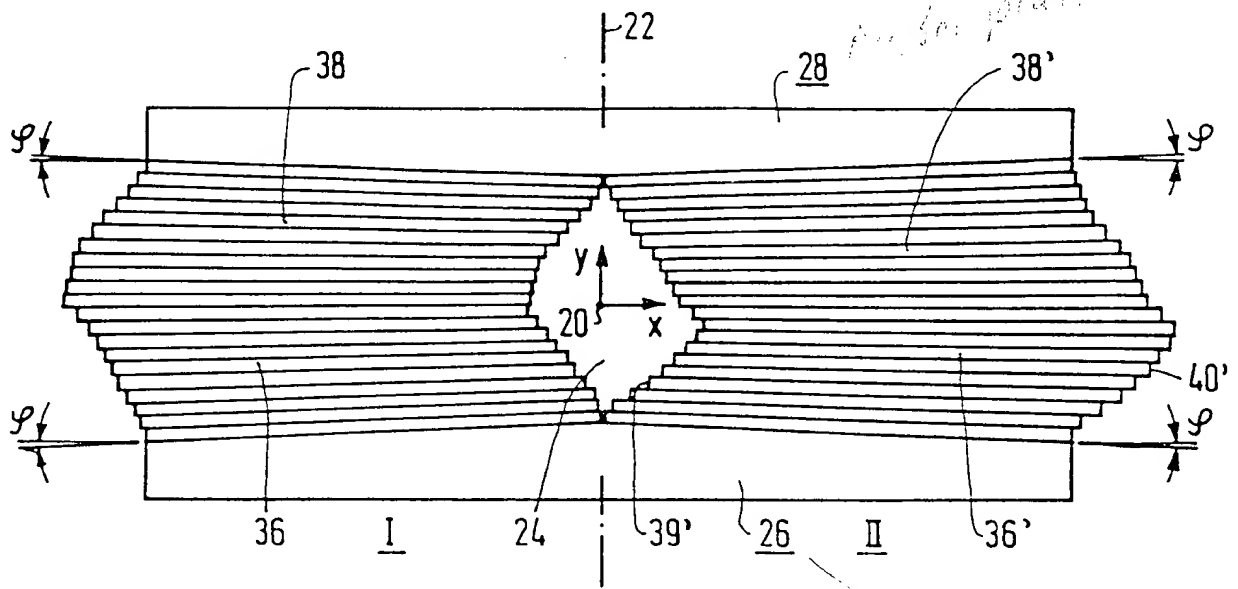


FIG 1

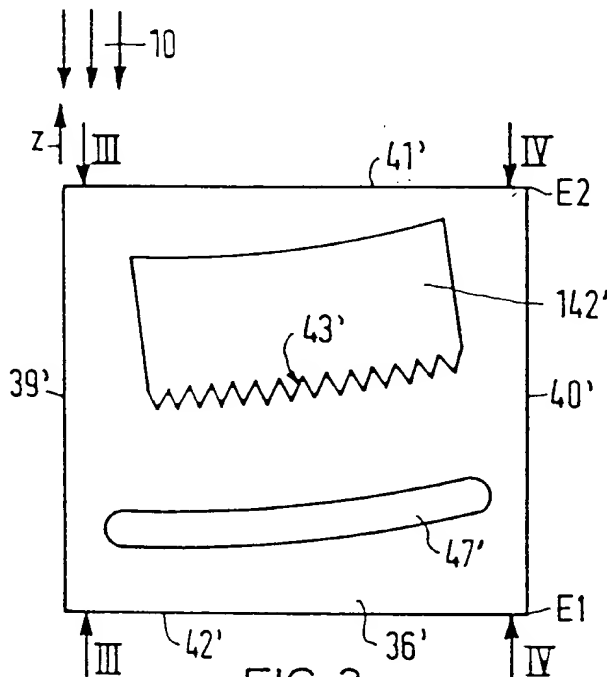


FIG 2

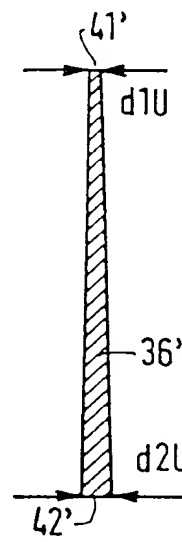


FIG 3

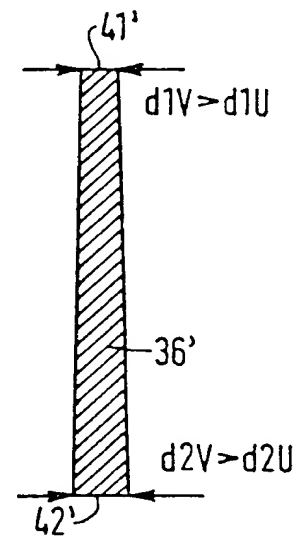


FIG 4

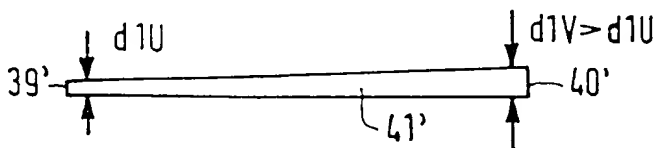


FIG 5